



Offenlegungsschrift  
DE 198 48 904 A 1

DE 198 48 904 A 1

- (21) Aktenzeichen: 198 48 904.8  
(22) Anmeldetag: 23. 10. 1998  
(43) Offenlegungstag: 27. 4. 2000

(71) Anmelder:  
Hydraulik-Ring GmbH, 09212 Limbach-Oberfrohna,  
DE

(74) Vertreter:  
Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469 Stuttgart

(72) Erfinder:  
Niethammer, Bernd, 72622 Nürtingen, DE; Martin,  
Steffen, 09243 Niederfrohna, DE; Lenk, Martin,  
09117 Chemnitz, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- (54) Druckstufe zur Regulierung einer Voreinspritzmenge von Kraftstoff in Verbrennungsmotoren, vorzugsweise in Dieselmotoren
- (57) Einspritzvorgänge in Verbrennungsmaschinen teilen sich auf in eine Voreinspritzung und eine Hauteinspritzung. Zur Erzeugung der Voreinspritzmenge wird eine Regelgeräteinrichtung angesteuert, die einen hohen Aufwand in der Ansteuerelektronik erfordert und mit energetischen Verlusten behaftet ist. Häufig wird auch eine Dämpfung verwendet, die jedoch nicht in allen Betriebspunkten voll einsetzbar ist.  
Um ohne hohen Steuerungsaufwand eine Voreinspritzmenge an Kraftstoff in allen Betriebspunkten zu erzeugen, ist die Druckstufe mit einem Steuerkolben versehen, der in einer ersten Bewegungsphase mit einer Druckregelgeräteeinrichtung zur Erzeugung eines verminderten Druckes auf ein Einspritzventil verbunden ist. In einer zweiten, anschließenden Bewegungsphase wird der Steuerkolben von der Druckregelgeräteeinrichtung zur Erzeugung eines höheren Druckes getrennt. Durch die zusätzliche Schaltfunktion wird bei gleichbleibender Ansteuerdauer des Steuerkolbens durch eine einfache Schiebersteuerung ein zweistufiges Verhalten mit einem Eingangssignal erzeugt. Ein hoher Regelungstechnischer Aufwand ist nicht erforderlich. Auch eine Dämpfung kann entfallen.  
Die Druckstufe eignet sich insbesondere zur Einspritzung von Kraftstoff in Dieselmotoren.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Druckstufe zur Regulierung einer Voreinspritzmenge von Kraftstoff in Verbrennungsmaschinen, vorzugsweise in Dieselmotoren, nachdem Oberbegriff des Anspruches 1.

Heutige Verbrennungsmaschinen, insbesondere Dieselmotoren, benötigen für die sichere und saubere Gemischaufbereitung im Brennraum einen Einspritzvorgang, der aus mehreren Einzeleinspritzungen besteht. Diese Einspritzvorgänge teilen sich auf in eine Voreinspritzung und eine Haupteinspritzung der Kraftstoffmenge. Die Erzeugung der Voreinspritzmenge wird durch eine Regeleinrichtung angesteuert, die einen hohen Aufwand in der Ansteuerelektronik erfordert und mit energetischen Verlusten behaftet ist. Zur Erzeugung der Voreinspritzmenge wird häufig eine Dämpfung verwendet, die jedoch nicht in allen Betriebspunkten voll einsetzbar ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Schaltzeiten der Ansteuerhydraulik für kleine Einspritzmengen durch den Aufbau der Steuerelemente zu groß ist und somit nur mit großem Aufwand eine kleine Voreinspritzmenge erzeugt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Druckstufe so auszubilden, daß ohne hohen Steuerungsaufwand eine Voreinspritzmenge an Kraftstoff in allen Betriebspunkten erzeugt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Druckstufe erfundungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Bei der erfundungsgemäßen Druckstufe wird durch eine zusätzliche Schaltfunktion bei gleichbleibender Ansteuerdauer des Steuerkolbens durch eine einfache Schiebersteuerung ein zweistufiges Verhalten mit einem Eingangssignal erzeugt. Solange der Steuerkolben in der ersten Bewegungsphase mit der Druckregeleinrichtung verbunden ist, wirkt nur ein verminderter Druck auf den Steuerkolben und damit auf das nachgeschaltete Einspritzventil. Sobald die Verbindung zur Druckregeleinrichtung unterbrochen ist, wirkt auf den Steuerkolben ein erhöhter Druck, der zu einem weiteren Öffnen des Einspritzventiles führt. Somit kann bei gleichbleibender Ansteuerzeit und anstehendem Druck die gewünschte Menge an Kraftstoff gefördert werden. Mit der erfundungsgemäßen Druckstufe ist eine Feinsteuerung der Voreinspritzmenge in allen Betriebspunkten ohne hohen Regelungstechnischen Aufwand gewährleistet. Durch die Druckstufe kann eine Dämpfung entfallen, so daß die Einspritzung genau und schnell erfolgen kann. Diese Voreinspritzung ergibt zudem eine hohe Laufruhe des Verbrennungsmotors und eine Senkung der Abgasemissionen.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 im Schnitt eine erfundungsgemäße Druckstufe für ein Einspritzventil,

Fig. 2 bis Fig. 7 jeweils im Schnitt weitere Ausführungsbeispiele von erfundungsgemäßen Druckstufen,

Fig. 8 eine Druck-Zeit-Kennlinie der erfundungsgemäßen Druckstufe,

Fig. 9 in einem Diagramm den zeitlichen Ablauf bei einem Einspritzvorgang.

Die Druckstufe dient zur Betätigung eines Einspritzventiles 4 von Verbrennungsmaschinen, insbesondere von Dieselmotoren. Die Druckstufe zeichnet sich dadurch aus, daß bei gleichbleibender Ansteuerdauer und anstehendem Druck eine bestimmte Menge an Kraftstoff in den Verbrennungsraum des Motors fördert werden kann. Fig. 9 zeigt den Einspritzvorgang, der erst erfolgt, ausgelöst durch einen Schaltimpuls der Motorsteuerung, eine Piloteinspritzung. Nach einer Zeit t wird aufgrund eines Abschaltimpulses die Pilot(Vor)einspritzung beendet und nach einer Zeit t mittels eines Einschaltimpulses die Haupteinspritzung des Kraftstoffes begonnen. Sie dauert länger als die Voreinspritzung. Auch wird bei der Haupteinspritzung wesentlich mehr Kraftstoff eingespritzt als während der Voreinspritzphase.

10 Die Druckstufe hat einen Steuerkolben 1, der in einer Bohrung 2 eines Schiebergehäuses 3 verschiebbar ist. Bei geschlossenem Einspritzventil 4 (Fig. 1) liegt der Steuerkolben 1 unter der Kraft einer Feder 5 an einem Anschlag 6 an. Er kann einstellbar sein, beispielsweise als Schraubteil oder 15 als einpreßbare Hülse ausgebildet sein. Es ist auch möglich, als Anschlag 6 einen in die Wandung der Bohrung 2 eingesetzten Sicherungsring vorzusehen. In Fig. 1 ist der Steuerkolben 1 in einer durch die Kraft der Feder 5 verschobenen Ausgangslage dargestellt, in der ein Ventilkörper 23 des 20 Einspritzventiles 4 Düsenöffnungen 24 verschließt. Über sie wird der Kraftstoff in den Verbrennungsraum gefördert.

Der Steuerkolben 1 weist eine Kolbenfläche 7 auf, die mit Systemdruck  $p_1$  beaufschlagt wird. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Steuerkolben 1 mit einer Vertiefung 8 versehen, an deren Boden 9 ein Druckübersetzungskolben 10 anliegt. Er hat kleineren Querschnitt als der Steuerkolben 1 und ragt in eine Bohrung 11 des Schiebergehäuses 3, die kleineren Querschnitt hat als die Bohrung 2. Durch den Übersetzungskolben 10 wird der Druck  $p_1$  in den größeren Druck  $p_2$  übersetzt, der auf das Einspritzventil 4 wirkt.

Der Steuerkolben 1 hat eine Verbindungsbohrung 12, die von der Kolbenfläche 7 aus zu einer umfangsseitigen Ringnut 13 im Mantel des Steuerkolbens 1 verläuft. Im dargestellten Ausführungsbeispiel verläuft die Verbindungsbohrung 16 parallel zur Achse des Steuerkolbens 1. Sie kann selbstverständlich auch in anderer Weise im Steuerkolben 1 angeordnet sein. Liegt der Steuerkolben 1 am Anschlag 6 in der Ausgangsstellung an, dann ist die Ringnut 13 in Verbindung mit einer Ringnut 14 in der Wandung der Bohrung 2.

40 Die Ringnut 14 ist mit einem Druckbegrenzungsventil 15 leitungsverbunden, das vorzugsweise einstellbar ist. Das Druckbegrenzungsventil 15 kann an jeder geeigneten Stelle im Schiebergehäuse 3 oder auch außerhalb des Schiebergehäuses 3 vorgesehen sein. Das Druckbegrenzungsventil 15 ist an eine Steuereinheit 25 angeschlossen, die ein Schaltventil 26 steuert, das als Piezoventil ausgebildet sein kann. Mit ihm wird die noch zu beschreibende Schaltfunktion der Druckstufe erzeugt. Das Schaltventil 26 ist mit einer Druckversorgung verbunden, die durch ein Regelventil 24 geregelt wird, mit dem der Eingangsdruck eingestellt wird. Das Schaltventil 26 und das Regelventil 24 können direkt, aber auch indirekt über die Motorsteuerung angesteuert werden. Die Steuereinheit 25 regelt und überwacht die Funktion des Schaltventiles 26 und des Regelventiles 24 und ist in die 45 Motorsteuerung eingebunden.

In der in Fig. 1 dargestellten Ausgangslage des Steuerkolbens 1 ist die Bohrung 2 über das Schaltventil 26 zum Tank T hin entlastet.

Bei Betrieb des Verbrennungsmotors wird das Schaltventil 26, gesteuert durch die Steuereinheit 25, umgeschaltet, so daß das Hydraulikmedium unter Druck gesetzt wird. Auf die Kolbenfläche 7 wirkt dann der Systemdruck  $p_1$ . Die der Kolbenfläche 7 gegenüberliegende Vertiefung 8 ist druckentlastet und steht über eine Bohrung 16 im Schiebergehäuse 3 mit der Atmosphäre in Verbindung. Der Systemdruck  $p_1$  wirkt über die Verbindungsbohrung 12 und die Ringnut 13 im Steuerkolben 1 sowie die Ringnut 14 im Schiebergehäuse 3 auf das Druckbegrenzungsventil 15. Es ist so einge-

stellt, daß sich ein vorgegebener verminderter Druck einstellt, unter dem der Steuerkolben 1 gegen die Kraft der Druckfeder 5 verschoben wird. Die in der Vertiefung 8 und im Federraum befindliche Luft wird hierbei über die Bohrung 16 verdrängt. Der Schieberkolben 1 verschiebt den Übersetzungskolben 10, wodurch der in der Bohrung 11 befindliche Kraftstoff über eine fest angeordnete Verteilerplatte 17 in eine Bohrung 27 gedrückt wird. Sie ist in einem Einsatzstück 22 vorgesehen, das von einer Schraubbuchse 19 aufgenommen ist. Sie wird auf das Schiebergehäuse 3 geschraubt und nimmt das Einspritzventil 4 auf, das aus der Schraubbuchse 19 ragt. Die Verteilerplatte 17 ist zwischen dem Einsatzstück 22 und dem Schiebergehäuse 3 mittels der Schraubbuchse 19 eingespannt. Die Zuführungsböhrung 27 erstreckt sich von der Verteilerplatte 17 durch das Einsatzstück 22 und das Einspritzventil 4 zu einer Einspritzkammer 28, die vom Ventilkörper 23 durchsetzt ist. An die Einspritzkammer 28 schließt eine axiale Bohrung 29 an, die zu den Düsenöffnungen 24 führt und die größeren Durchmesser als der in sie ragende Teil des Ventilkörpers 23 hat. Er ragt in einen zentralen Aufnahmerraum 30 des Einsatzstückes 22, der auf der gegenüberliegenden Seite durch die Verteilerplatte 17 geschlossen ist. An ihr stützt sich das eine Ende einer Druckfeder 21 ab, die mit ihrem anderen Ende auf einem Bund 31 aufliegt, der auf dem im Aufnahmerraum 30 liegenden Ende des Ventilkörpers 23 vorgesehen ist und einen zentralen Vorsprung 18 zur Zentrierung der Druckfeder 21 aufweist. Er ragt mit einem verdickten Abschnitt 32 in die Einspritzkammer 28, der innerhalb der Einspritzkammer 28 in einen dünneren Endabschnitt 33 übergeht.

Durch den in die Einspritzkammer 28 gelangenden Kraftstoff wird der Abschnitt 32 mit Druck beaufschlagt und der Ventilkörper 23 gegen die Kraft der Druckfeder 21 zurückgeschoben. Die Düsenöffnungen 24 werden dadurch freigegeben, so daß der Kraftstoff in die Verbrennungskammer eintreten kann.

Sobald die Ringnut 13 des Steuerkolbens 1 die Ringnut 14 des Schiebergehäuses 3 überfahren hat, steht die Verbindungsbohrung 12 nicht mehr in Verbindung mit dem Druckbegrenzungsventil 15. Nachdem somit die Steuerkante überfahren ist, wirkt auf den Steuerkolben 1 ein höherer Druck  $p_2$ , der zu einem weiteren Öffnen des nachgeschalteten Einspritzventiles 4 führt. Dementsprechend kann in dieser zweiten Druckstufe eine größere Menge an Kraftstoff in die Brennkammer eingespritzt werden. Anschließend wird der Steuerkolben 1 über den Übersetzungskolben 10 durch die Kraft der Feder 5 wieder bis zum Anschlag 6 verschoben und ein erneuter Zyklus eingeleitet.

Über ein in der Verteilerplatte 17 vorgesehenes Rückschlagventil 20 wird Kraftstoff beim Rückhub der Kolben 1, 10 über eine Bohrung 23 in der Schraubbuchse 19 und im Einsatzstück 22 von einem (nicht dargestellten) Kraftstoffbehälter angesaugt. Der Kraftstoff gelangt über die Verteilerplatte 17 in die Bohrung 11, so daß er beim nächsten Hub des Übersetzungskolbens 10 in der beschriebenen Weise zu den Düsenöffnungen 24 gefördert wird. Die Bohrung 34 mündet auch in den Aufnahmerraum 30. Wird der Übersetzungskolben 10 zurückgeföhrt, wird das Rückschlagventil 20 durch den entstehenden Unterdruck geöffnet und der Kraftstoff angesaugt.

Die Druckstufe zur Voreinspritzmengenregulierung arbeitet somit zweistufig. In der ersten Stufe wird der am Steuerkolben 1 anstehende Druck  $p_1$  durch die Druckregeleinrichtung 15 so verringert, daß zunächst nur ein entsprechend der Einstellung am Druckbegrenzungsventil 15 wirkender verringelter Druck auf den Steuerkolben 1 wirkt. Entsprechend diesem verringerten Druck wird über den Übersetzungskolben 10 auch das nachgeschaltete Einspritzventil 4

geöffnet. Sobald die Ringnut 13 des Steuerkolbens 1 die Ringnut 14 des Schiebergehäuses 3 überfahren hat, ist die Verbindung zwischen der Verbindungsbohrung 12 und dem Druckbegrenzungsventil 15 unterbrochen, so daß nunmehr auf den Steuerkolben 1 der volle, erhöhte Druck wirkt. Dementsprechend wird über den Druckübersetzungskolben 10 das Einspritzventil 4 weiter geöffnet. Somit kann bei gleichbleibender Ansteuerzeit und anstehendem Druck eine bestimmte Menge an Kraftstoff gefördert werden.

Bei der beschriebenen Druckstufe handelt es sich um eine Druckvariierung, die je nach Abstimmung bei einem zeitlich vorgegebenen hydraulischen Eingangssignal zu zwei zeitlich und hydraulisch unterschiedlichen Ausgangssignalen führt, die aufeinander folgen. Durch die Druckstufe, die in das Einspritzsystem integriert ist, wird eine Feinsteuerung der Voreinspritzung (Piloteneinspritzung) erzielt. Das zweistufige Verhalten wird durch eine einfache Schiebersteuerung mit einem einzigen Eingangssignal ( $p_1$ ) erzielt. Anstelle der Ringnut 13 kann der Steuerkolben 1 auch eine Querbohrung aufweisen, die von der Verbindungsbohrung 12 zur Umfangsfläche des Steuerkolbens 1 führt. Auch das Schiebergehäuse 3 kann anstelle der Ringnut 14 eine Bohrung aufweisen, die mit dem Druckbegrenzungsventil 15 in Verbindung steht. Bei Verwendung der beiden Ringnuten 13, 14 erfolgt der Übergang zwischen den beiden unterschiedlichen Drücken nahezu schlagartig. Fig. 8 zeigt das entsprechende Druck-Zeit-Diagramm. Der Druckanstieg erfolgt jeweils sprunghaft. Werden anstelle der Ringnuten Bohrungen verwendet, dann erfolgt der Übergang zwischen den unterschiedlichen Druckwerten steigernd.

Die Ausführungsformen nach den Fig. 2 bis 4 unterscheiden sich vom Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 lediglich durch die Art der eingesetzten Druckregeleinrichtung. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist die Druckregeleinrichtung ein magnetisches Druckbegrenzungsventil 15a. Auch mit ihm kann der gewünschte vermindernde Druck einfach eingestellt werden. Das Druckstufe arbeitet gleich wie die Ausführungsform nach Fig. 1.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 ist die Druckregel-einrichtung ein vorgesteuertes Druckregelventil 15b. Im übrigen arbeitet diese Druckstufe gleich wie die Ausführungsform nach Fig. 1.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 schließlich wird als Druckregeleinrichtung eine einstellbare Blende 15c verwendet.

Die Druckregeleinrichtung kann auch unveränderbar ausgebildet sein, beispielsweise in Form einer Drossel oder einer Blende. Es ist aber auch möglich, wie die beschriebenen Ausführungsbeispiele zeigen, die Druckregeleinrichtung einstellbar auszuführen.

Damit die Steuerkanten der Ringnuten 13, 14 genau aufeinander abgestimmt sind, ist es möglich, vor dem Zusammenbau die zueinander passenden Schiebergehäuse 3 und Steuerkolben 1 auszusuchen. Fig. 5 zeigt die Möglichkeit, die Steuerkante des Steuerkolbens 1 mit einem verstellbaren Gewindering 35 genau einzustellen. Er wird in eine Ringöffnung 36 in der Kolbenfläche 7 geschraubt. Aufgrund der Schrauberbindung läßt sich die durch die Unterseite des Gewinderinges 35 gebildete Steuerkante der Ringnut 13 genau auf die Ringnut 14 einstellen.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 ist der Ring 35 in die Ringöffnung 36 eingepreßt. Dadurch läßt sich die Steuerkante des Steuerkolbens 1 ebenfalls genau einstellen. Eine nachträgliche Änderung wie beim Gewindering 35 nach Fig. 5 ist jedoch nicht möglich.

Der Steuerkolben 1 nach Fig. 7 ist am Umfang mit Feinsteuerkerben 37 versehen, mit denen der Einspritzverlauf fein abgestimmt werden kann. Die Feinsteuerkerben 37

können auch in der Wandung **1** Bohrung **2** vorgesehen sein. Durch die Feinsteuerkerben **37** wird erreicht, daß der Übergang zwischen den einzelnen Drücken nicht schlagartig (Fig. 8), sondern je nach Ausbildung der Feinsteuerkerben **37** sanft erfolgt. Die Feinsteuerkerben **37** sind so angeordnet, daß sie in Höhe der Steuerkante **38** des Schieberkolbens **1** beginnen und sich in Richtung auf den Anschlag **6** im Querschnitt stetig verringern. In Ansicht gemäß Fig. 7 haben die Feinsteuerkerben **37** Dreieckform. Solche Feinsteuerkerben **37** werden vorteilhaft dort eingesetzt, wo Bauteile nicht mit den abrupten Druckwechseln beaufschlagt werden können.

Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen wird zum Rückhub des Übersetzungs Kolbens **10** und des Schieberkolbens **1** das Schaltventil **26** mittels der Steuereinheit **25** in die in Fig. 1 dargestellte Lage umgeschaltet. Das in der Bohrung **2** befindliche Hydraulikmedium wird beim Rückhub über den Druckanschluß und das Schaltventil **26** zum Tank T verdrängt. Es ist möglich, über die Steuereinheit **25** das Druckbegrenzungsventil **15, 15a bis 15c** vollständig zu öffnen. Dann kann ein Teil des Hydraulikmediums beim Rückhub auch über die Bohrung **12** und die Ringnuten **13, 14** und das geöffnete Ventil **15** zum Tank T zurückströmen. Dadurch kann das Hydraulikmedium sehr rasch ablaufen.

Mit den beschriebenen Druckstufen ergibt sich eine konstruktiv einfache Schiebersteuerung, mit der die Voreinspritzmenge des Kraftstoffes einfach und zuverlässig erzeugt werden kann. Arbeitet der Verbrennungsmotor im unteren Teillastbereich oder im Leerlauf, reicht eine Voreinspritzung des Kraftstoffes aus. Arbeitet er hingegen im Vollastbereich, erfolgt nur eine Haupteinspritzung. Die Art der Einspritzung wird durch die Steuereinheit **25** gesteuert.

#### Patentansprüche

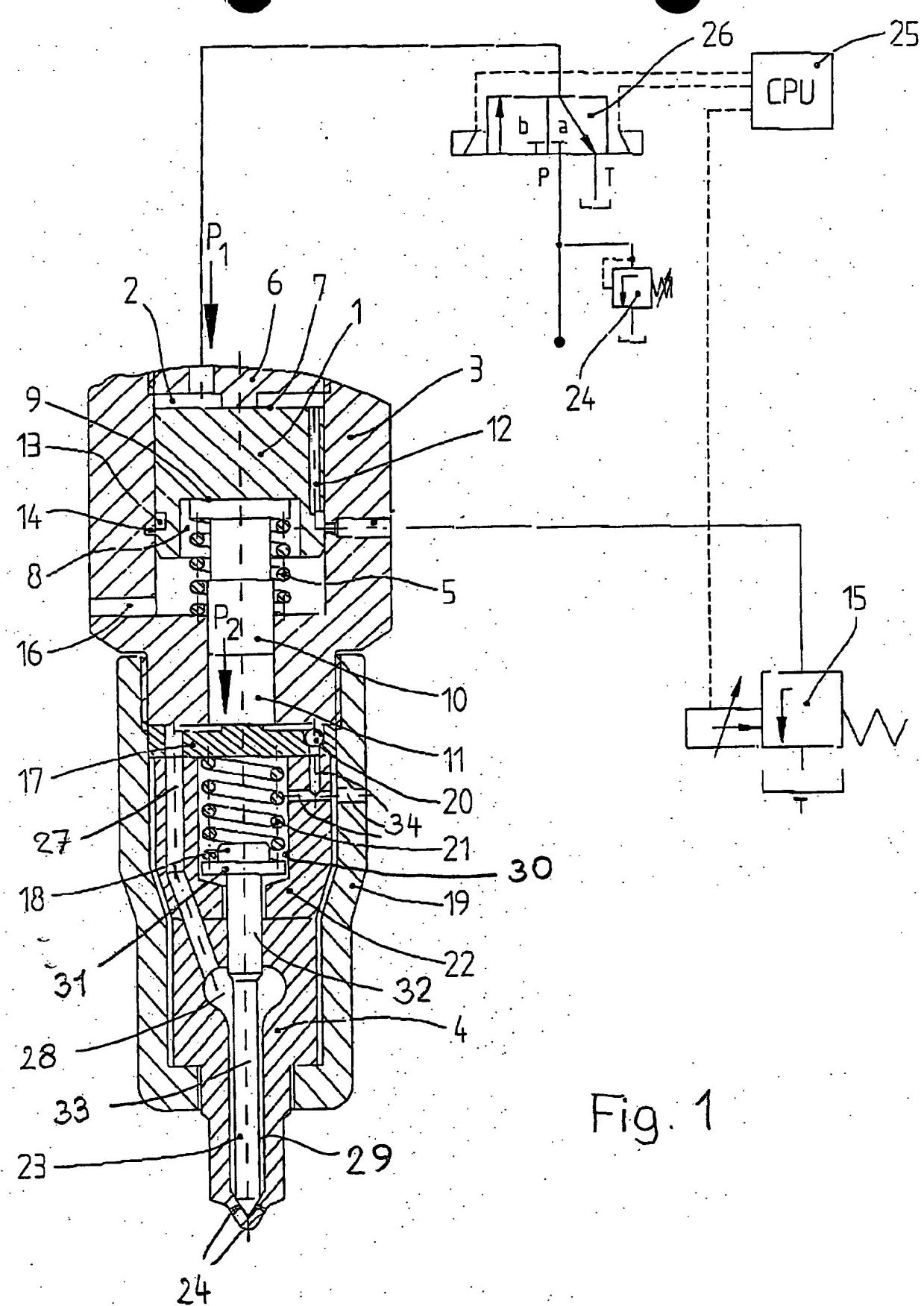
1. Druckstufe zur Regulierung einer Voreinspritzmenge von Kraftstoff in Verbrennungsmaschinen, vorzugsweise in Dieselmotoren, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckstufe einen Steuerkolben (**1**) aufweist, der in einer ersten Bewegungsphase mit einer Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) zur Erzeugung eines vermindernden Drucks auf ein Einspritzventil (**4**) verbunden ist und der in einer zweiten, anschließenden Bewegungsphase von der Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) zur Erzeugung eines höheren Druckes trennbar ist.
2. Druckstufe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (**1**) wenigstens eine Bohrung (**12**) aufweist, die mit einer mit der Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) verbundenen Leitung (**14**) verbunden ist.
3. Druckstufe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung (**12**) von einer druckbeaufschlagten Kolbenfläche (**7**) zu einer Ringnut (**13**) oder einer Querbohrung führt, die am Umfang des Steuerkolbens (**1**) vorgesehen ist oder in die Umfangsfäche mündet.
4. Druckstufe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung (**14**) eine Ringnut oder eine Bohrung in einem den Steuerkolben (**1**) aufnehmenden Schiebergehäuse (**3**) ist.
5. Druckstufe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Bewegungsphase die Bohrung (**12**) des Steuerkolbens (**1**) mit der Leitung (**14**) leitungsverbunden ist.
6. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) im Schiebergehäuse (**3**) vorgesehen ist.

- , 7. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) außerhalb des Schiebergehäuses (**3**) vorgesehen ist.
8. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) im Steuerkolben (**1**) vorgesehen ist.
9. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) einstellbar ausgebildet ist.
10. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a bis 15c**) einen festen Druckwert aufweist.
11. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15, 15a**) ein Druckbegrenzungsventil ist.
12. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15b**) ein Druckregelventil ist.
13. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckregeleinrichtung (**15c**) eine Drossel ist.
14. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Steuerkolben (**1**) ein Druckübersetzungs Kolben (**10**) nachgeschaltet ist, durch dessen Druck ( $p_2$ ) das Einspritzventil (**4**) betätigbar ist.
15. Druckstufe nach einem der Ansprüche 3 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringnut (**13**) im Steuerkolben (**1**) von einem Gewindering (**35**) oder einem Einpreßring begrenzt ist.
16. Druckstufe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang des Steuerkolbens (**1**) oder in der Wandung der den Steuerkolben (**1**) aufnehmenden Bohrung (**2**) Steuerkerben (**37**) vorgesehen sind.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---



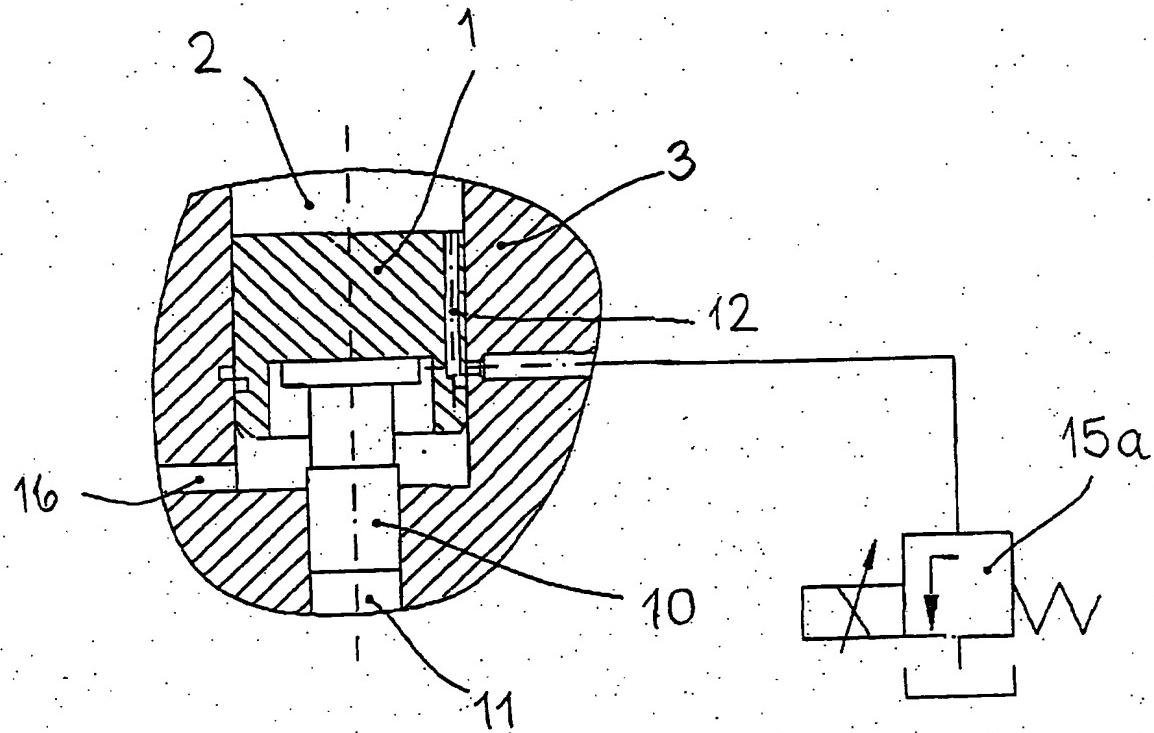


Fig. 2

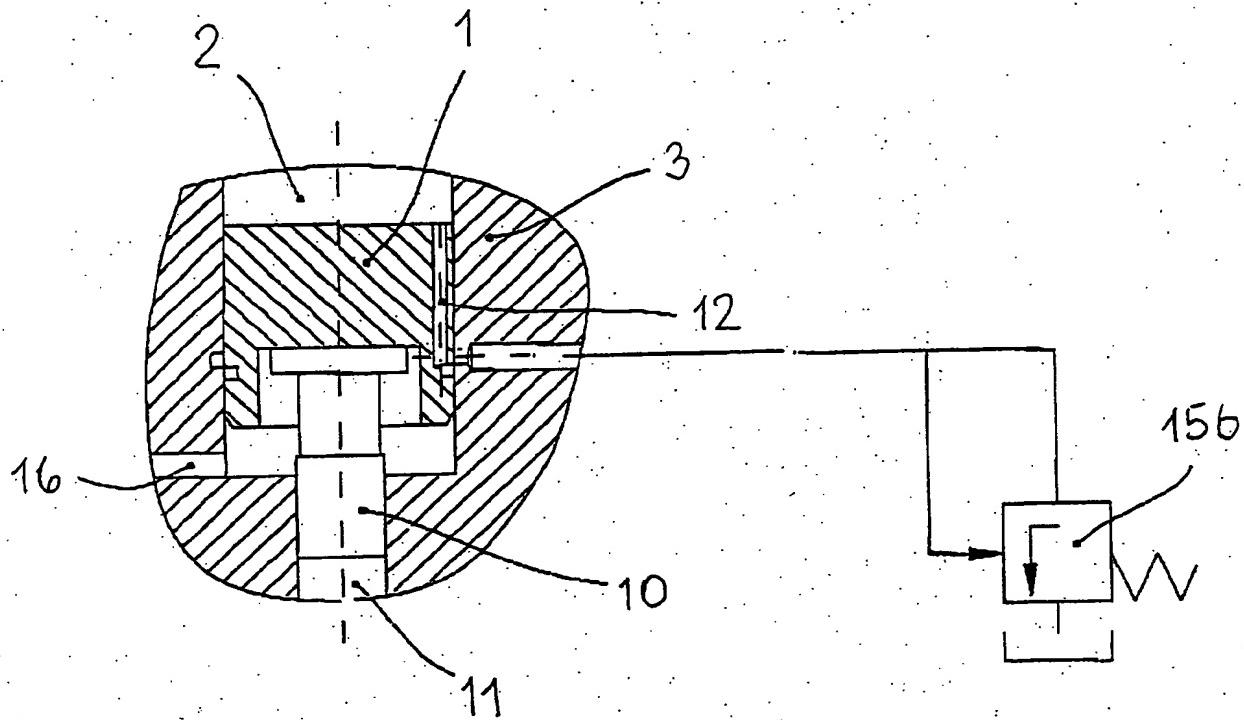


Fig. 3

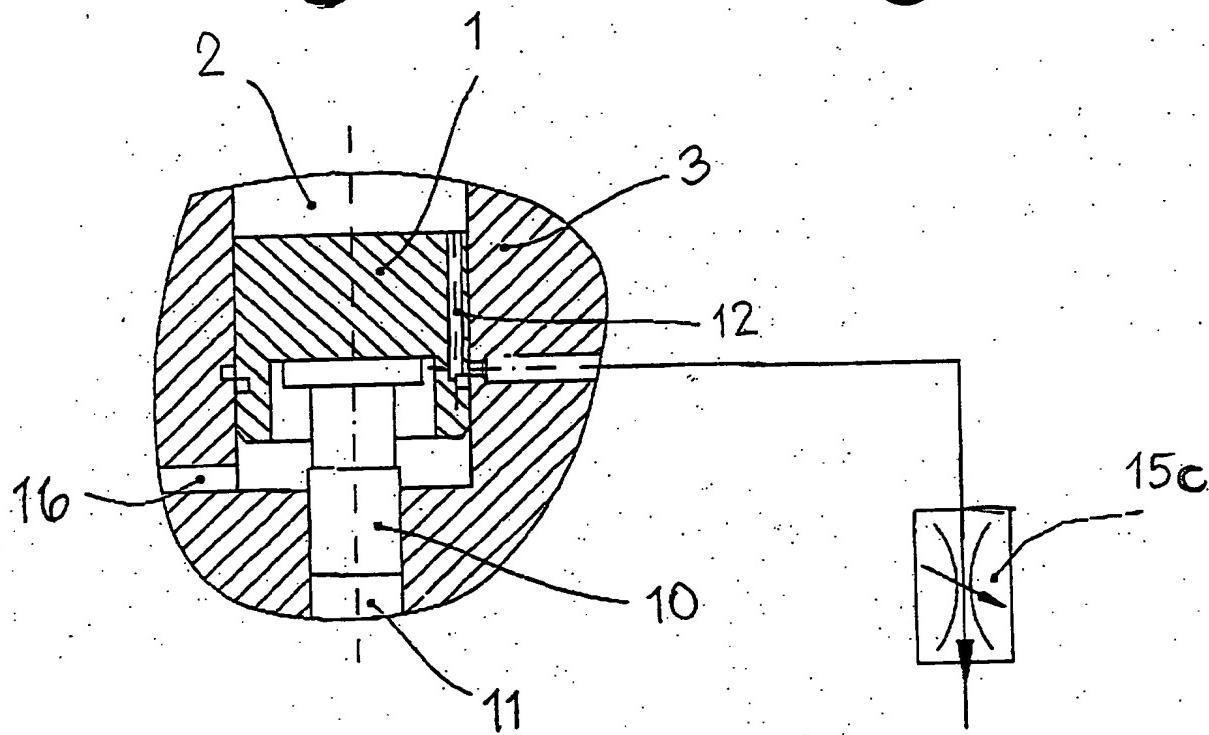


Fig. 4

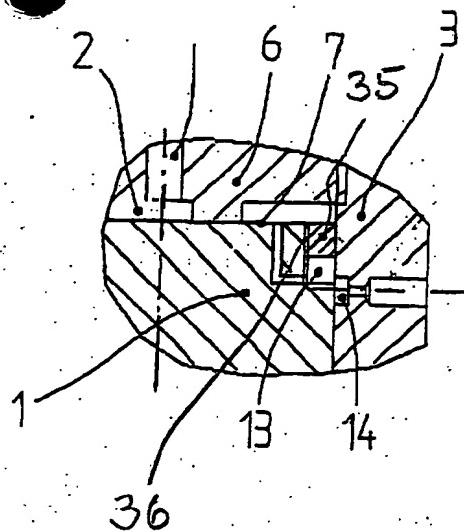


Fig. 5

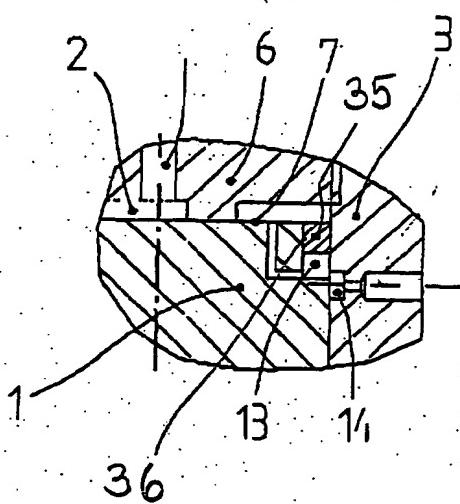


Fig. 6

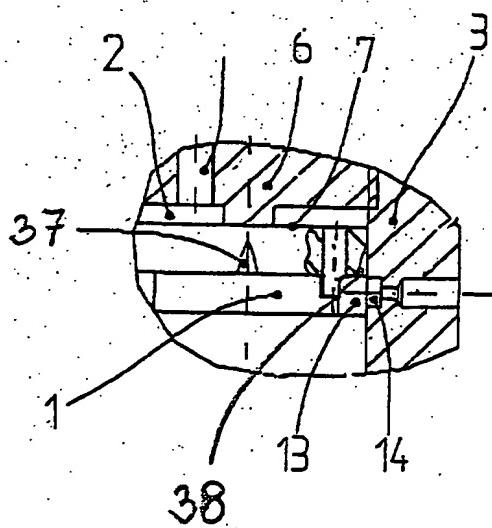


Fig. 7

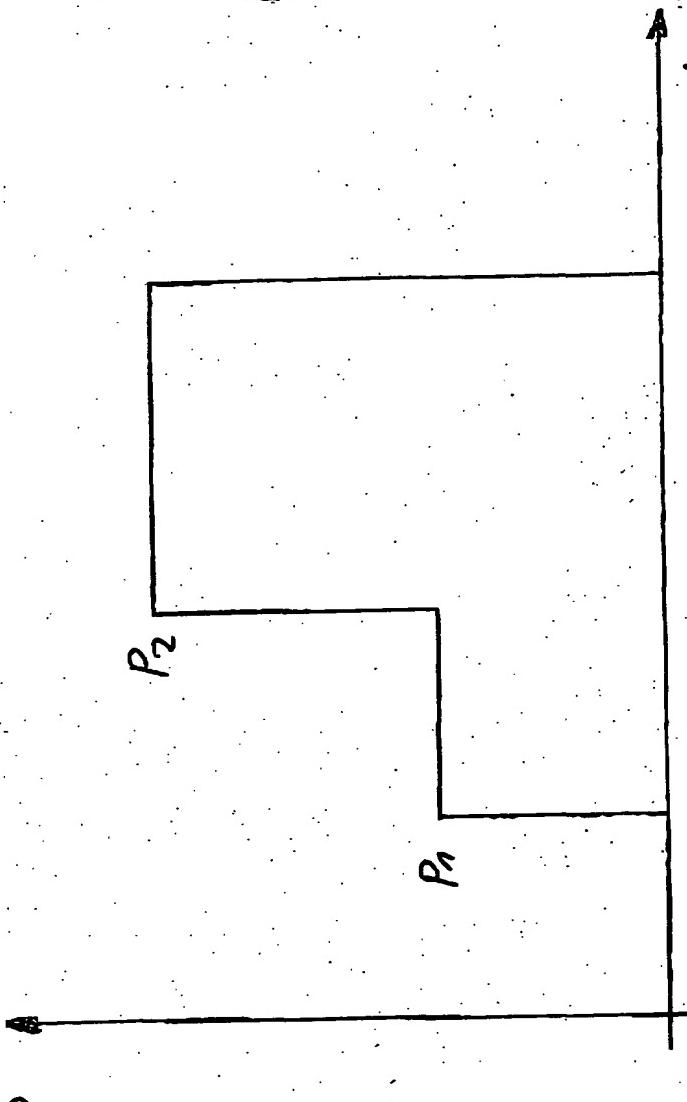


Fig. 8

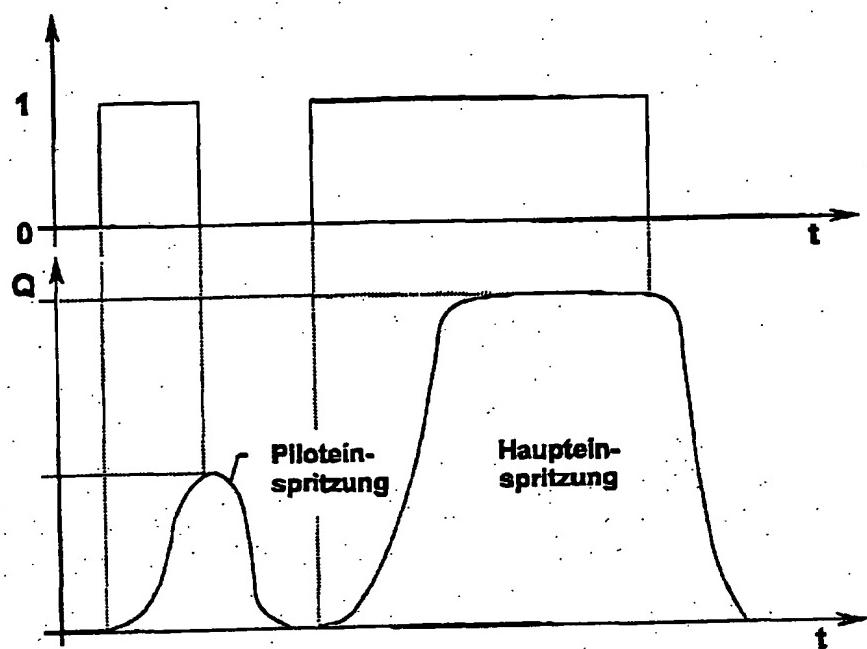


Fig. 9